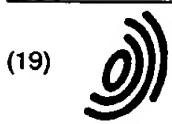


BEST AVAILABLE COPY



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 0 805 431 A2

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
05.11.1997 Patentblatt 1997/45

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: G10K 11/178

(21) Anmeldenummer: 97102834.5

(22) Anmeldetag: 21.02.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE ES FR GB IT

(30) Priorität: 02.05.1996 DE 19617465

(71) Anmelder: DORNIER GmbH  
D-88039 Friedrichshafen (DE)

(72) Erfinder:

- Borchers, Ingo, Dr.  
88690 Uhltingen-Mühlhofen (DE)
- Schauwecker, Ludwig, Dipl.-Ing.  
88718 Daisendorf (DE)

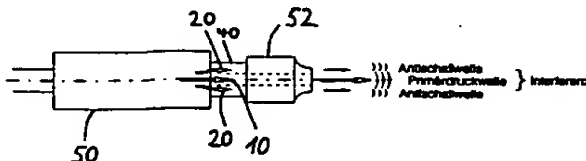
(74) Vertreter: Meel, Thomas  
Dornier GmbH  
L H G  
88039 Friedrichshafen (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur aktiven Schallreduzierung von Gasströmen**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur aktiven Schallreduzierung, wobei ein erster (10) und ein zweiter Volumenstrom (20) vorhanden sind, von denen einer (20) derart verändert wird, daß bei der nachfolgenden Interferenz der beiden Volumenströme (10,20) die

Schallreduzierung bewirkt wird. Erfindungsgemäß wird die Veränderung des einen Volumenstroms (20) durch Modulation mit einem vorgegebenen Frequenzspektrum durchgeführt.

Fig. 3



EP 0 805 431 A2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Schallreduzierung nach dem Oberbegriff der Patentansprüche 1 bzw. 11.

Es ist allgemein bekannt, daß Schallwellen durch Interferenz mit gegenphasig schwingenden Schallwellen ausgelöscht werden können. Weiterhin ist bekannt, daß Schallwellen durch die Modulation eines Gasstromes erzeugt werden können.

Bekannte aktive Schalldämpfer benötigen ein relativ großes Volumen, das den nutzbaren Raum an einer Vorrichtung, an der Schall reduziert werden soll, einschränkt. Dies ist insbesondere bei Personenkraftwagen oder Krafträdern problematisch. Aus der DE 43 41 951 A1 ist z.B. ein Verfahren zur aktiven Schallreduzierung für die Abgasanlage eines Kraftfahrzeugs bekannt, bei dem zwei Volumenströme überlagert werden. Dabei wird die Weglänge zumindest eines der beiden Volumenströme in Abhängigkeit von der Betriebstemperatur verändert, um eine optimale Phasenverschiebung der beiden Volumenströme im Hinblick auf die Schalldämpfung zu erhalten. Die Änderung der Weglänge des Volumenstroms wird durch ein längenveränderliches Rohr erreicht. Der Bereich, den das Rohr bei maximaler Auslenkung einnimmt, muß somit ständig freigehalten werden, so daß sich ein großer Raumbedarf für die Vorrichtung ergibt.

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, ein Verfahren und Vorrichtung zur aktiven Schallreduzierung mit einer möglichst kleinen Baugröße zu schaffen.

Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren nach Anspruch 1 sowie einer Vorrichtung nach Anspruch 11 gelöst. Vorteilhafte Ausbildungen sind Gegenstände weiterer Ansprüche.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur aktiven Schallreduzierung sind ein erster und ein zweiter Volumenstrom vorhanden, von denen einer durch Modulation mit einem vorgegebenen Frequenzspektrum derart verändert wird, daß bei der nachfolgenden Interferenz der beiden Volumenströme die Schallreduzierung bewirkt wird. Durch die Modulation entsteht in dem modulierten Volumenstrom ein Schallspektrum, das bei der nachfolgenden Interferenz mit dem anderen Volumenstrom eine optimale Auslöschung über einen großen Frequenzbereich ermöglicht.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können aktive Schalldämpfer mit einem Volumen von weniger als einem Liter realisiert werden. Die Erfindung eignet sich deshalb ganz besonders für den Einsatz in Kraftfahrzeugen.

Anders als bei der bereits erwähnten DE 43 41 951 A1, bei der nur eine bestimmte Schallfrequenz optimal ausgelöscht werden kann, ist mit dem erfindungsgemäßen Verfahren die Auslöschung über ein großes Schallspektrum möglich.

Unabhängig von einer Schallreduzierung kann das Verfahren auch ganz allgemein zur Erzeugung eines vorbestimmten Schallspektrums verwendet werden

(Sounddesign).

In einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung kann einer der beiden Volumenströme dem anderen Volumenstrom entnommen werden. Das bedeutet, daß ein Volumenstrom, der mit dem zu reduzierenden Schall behaftet ist, in zwei Teilvolumenströme aufgeteilt wird, wobei die beiden Teilvolumenströme nach einer entsprechenden Modulation eines der beiden Teilströme zur Interferenz gebracht werden.

Alternativ zu dieser Aufteilung in zwei Teilvolumenströme kann der mit dem zu reduzierenden Schall behaftete Volumenstrom mit einem zweiten, vom ersten Volumenstrom unabhängigen Volumenstrom überlagert werden, der an dem betreffenden Aggregat sowieso vorhanden ist (z.B. Fahrtwind, Fahrzeug, Druckluft, Abgasstrahl).

In beiden Fällen kann somit bezüglich des für die Interferenz benötigten zweiten Volumenstroms auf einen bereits vorhandenen Volumenstrom zurückgegriffen werden. Ein eigens für diesen Zweck vorgesehenen Volumenstrom ist somit nicht notwendig.

Die Erfindung wird beispielhaft anhand der Fig. 1 bis 4 näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 die erste Verfahrensvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens
- Fig. 2 die zweite Verfahrensvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens
- Fig. 3 eine Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung als Schalldämpfer für einen Verbrennungsmotor
- Fig. 4 eine weitere Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Fig. 1 zeigt die erste Verfahrensalternative der Erfindung in schematischer Darstellung. Dargestellt ist die Leitung 1 mit dem ersten Volumenstrom 10, dessen Schall reduziert werden soll. Von dieser Leitung 1 zweigt eine zweite Leitung 2 ab, die einen Teil des ersten Volumenstroms, nun als zweiten Volumenstrom 20 bezeichnet, zu einem Aktuator A führt, in dem er phasengerecht mit einem vorgegebenen Frequenzspektrum moduliert wird. Die Modulation erfolgt derart, daß bei der anschließenden Interferenz von erstem und zweitem Volumenstrom 10, 20 eine möglichst hohe Schallreduzierung über das gesamte Schallspektrum erreicht wird (zweckmäßigen Phasendifferenz zwischen erstem und zweitem Volumenstrom insbesondere 180°). Das Spektrum der zu tilgenden Schallwellen in dem ersten Volumenstrom 10 wird von einem hier nicht dargestellten Sensor, z.B. einem Mikrophon erfaßt, der ein Referenzsignal für die Schallauslöschung liefert. Das Referenzsignal wird in bekannter Weise aufbereitet und dient zur Ansteuerung des Aktuators A.

Dieses Verfahren kann z.B. zur Schallreduzierung im Abgasstrahl von Verbrennungsmotoren eingesetzt werden, insbesondere in Kraftfahrzeugen. Vorteilhaft ist auch der Einsatz zur Schallreduzierung in einem Druckluftstrom eines Druckluftverdichters.

Ein weiteres Einsatzfeld für das angegebene Verfahren stellt die Reduzierung der Fahrtgeräusche bei Fahrzeugen, insbesondere Schienenfahrzeugen dar.

In ICE-Zügen erzeugt der Fahrtwind insbesondere an den Stromabnehmern starke Geräusche. Abhilfe kann hier geschaffen werden, wenn ein Teil des Fahrtwindes in einem Aktuator moduliert wird und anschließend mit dem geräuscherzeugenden Fahrtwind überlagert wird. Anders als in dem in Fig. 1 dargestellten Fall entfällt jedoch hier die Leitung 1, da der Fahrtwind naturgemäß nicht leitungsgebunden ist.

Fig. 2 zeigt die zweite Verfahrensalternative der Erfindung in schematischer Darstellung. Man erkennt die Leitung 1 mit dem ersten Volumenstrom 10, dessen Schall reduziert werden soll. Anders als in Fig. 1 ist hier eine von der Leitung 1 unabhängige Leitung 2 für den zweiten Volumenstrom 20 vorhanden, die mit dem Eingang des Aktuators A verbunden ist. Diese zweite Leitung 2 wird von einem Volumenstrom gespeist, der unabhängig von der Schallreduzierung an dem betreffenden Fahrzeug oder Aggregat bereits vorhanden ist. Vorteilhaft kann diese Verfahrensvariante für den Abgasstrom (= erster Volumenstrom) eines Verbrennungsmotors in einem Kraftfahrzeug verwendet werden, wobei der zweite Volumenstrom z.B. einem vorhandenen Turbolader als Zapfluft entnommen wird.

Eine konkrete Ausbildung der Erfindung als Schalldämpfer für einen Verbrennungsmotor zeigt Fig. 3. Der Abgasstrahl eines Verbrennungsmotors wird nach Durchströmen eines herkömmlichen Vorschalldämpfers 50 in einer Vorkammer 40 aufgeteilt und dann in Form von zwei coaxialen Strömen 10,20 dem Aktuator A zugeführt. Der zentrale Teil des Abgasstrahles (erster Volumenstrom 10) durchströmt den Aktuator A weitgehend ungestört, der ringförmige äußere Abgasstrahl (zweiter Volumenstrom 20) wird durch ein Ventil mit einem vorgegebenen Frequenzspektrum moduliert (Fig. 4) und interferiert am Austritt des Aktuators A mit dem Zentralstrahl 10. Der Aktuator A wird von Sensoren, hier Mikrofonen (Fig. 4) angesteuert, die das zu tilgende Schallfrequenzspektrum und eventuell den übrigen Restschall erfassen. Die Mikrofonsignale werden in an sich bekannter Weise aufbereitet und dienen als Eingangssignale für die Modulation im Aktuator. Da die beiden Gasströme 10,20 etwa gleiche Temperaturen (Einfluß auf die Schallgeschwindigkeit) und die Schallquellen fast die gleiche Position haben, führt die Überlagerung der Schallwellen zu einer optimalen, weitgehend richtungsunempfindlichen Auslöschung der unerwünschten Geräusche.

Anstatt wie hier coaxial können die Leitungen 1,2 zur Verbesserung der Richtcharakteristik auch derart ineinander angeordnet sein, daß sie zwar weiterhin parallel verlaufen, ihre Achsen aber nicht mehr zusammenfallen.

In einer weiteren Variante können die beiden Ströme auch nebeneinander und z.B. parallel geführt werden.

Der Aktuator kann alternativ auch mit Zapfluft aus

einem vorhandenen Turbolader versorgt werden.

Fig. 4 zeigt die Schnittzeichnung eine vorteilhaften Ausbildung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, wie sie z.B. in der Vorrichtung nach Fig. 3 eingesetzt werden kann. Auf die zentrale Leitung 1 (hier: Auspuffrohr für den Abgasstrahl einer Verbrennungsmaschine) für den ersten Volumenstrom 10 ist ein elektro-pneumatischer Aktuator A mit Ein- und Ausgängen für den zweiten Volumenstrom 20 aufgesetzt. Der zweite Volumenstrom 20 in der Leitung 2 kann sowohl aus der Leitung 1 für den ersten Volumenstrom 10 entnommen werden, als auch aus einem sonstigem, am Fahrzeug oder Aggregat vorhandenen Volumenstrom entnommen werden. Die zu tilgenden Schallwellen werden über eines oder mehrere Mikrophone M in der Leitung 1 erfaßt.

Auf dem Auspuffrohr 1 sind in dieser Ausführung drei kräftige, axial magnetisierte Ringmagnete 60 aufgefädelt. Die beiden äußeren Stirnseiten der Permanentmagnete 60 bilden einen Nordpol und einen Südpol. An einer Stirnseite sitzen die Magnete 60 in einem topfförmigen Gehäuse 62 aus Gußeisen, das zusammen mit dem Polschuh 64 am anderen Ende einen fast geschlossenen Magnetkreis bildet. In dem keinen Luftspalt zwischen Polschuh 64 und dem Gehäuse 62 schwingt eine dünnwandige, zylinderförmige Spule (Ventilring) 66, die mit einem Ansteuersignal, abgeleitet von dem Ausgangssignal des Mikrotons M, beaufschlagt wird. Die Spule 66 ist an mehreren Federn (Blattfedern 67) aufgehängt.

Der zu modulierende Gasstrom 20 wird durch Öffnungen im Gehäuseboden um die Magnete 60 herum in eine Vorkammer 68 und dann durch einen ringförmigen Spalt, dessen Weite von der schwingenden Spule 66 entsprechend dem gewählten Ansteuersignal variiert wird, zum Austritt geführt. Vorkammer 68, Spalt und Austrittsöffnung werden von dem austrittseitigen Deckel 65, der vor das topfförmige Gehäuse 62 geschraubt ist, begrenzt. Der austrittsseitige Bereich der Sekundärgasleitung 2 ist als Schalltrichter ausgebildet.

Abhängig vom Ansteuersignal kann mit dem beschriebenen Aktuator ein frei wählbares Schallfrequenzspektrum in dem ersten Volumenstrom 10 erzeugt werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur aktiven Schallreduzierung, wobei ein erster (10) und ein zweiter Volumenstrom (20) vorhanden sind, von denen einer (20) derart verändert wird, daß bei der nachfolgenden Interferenz der beiden Volumenströme (10,20) die Schallreduzierung bewirkt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Veränderung des einen Volumenstroms (20) durch Modulation mit einem vorgegebenen Frequenzspektrum durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Volumenstrom (20) dem

ersten Volumenstrom entnommen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Volumenstrom (20) einem unabhängig von der Schallreduzierung bereits vorhandenen Volumenstrom entnommen wird. 5
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer der beiden Volumenströme dem Abgasstrom eines Verbrennungsmotors entnommen wird. 10
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß einer (10) der beiden Volumenströme dem Abgasstrom eines Verbrennungsmotors entnommen wird und der andere Volumenstrom (20) dem Gasstrom eines Turboladers an dem Verbrennungsmotor entnommen wird. 15
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer der beiden Volumenströme dem eines Fahrzeugs entnommen wird. 20
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Volumenströme in ineinanderliegenden coaxialen Leitungen (1,2) geführt werden. 25
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Volumenströme in ineinanderliegenden parallelen Leitungen ohne gemeinsame Achse geführt werden. 30
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Volumenströme in parallelen, nebeneinander angeordneten Leitungen geführt werden. 35
10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche anstatt zur Schallreduzierung zur Erzeugung eines vorbestimmten Schallspektrums. 40
11. Vorrichtung zur aktiven Schallreduzierung mit einer ersten Leitung (1) zur Aufnahme eines ersten Volumenstroms (10) und einer zweiten Leitung (2) zur Aufnahme eines zweiten Volumenstroms (20), wobei eine (2) der beiden Leitungen (1,2) mit dem Eingang einer Vorrichtung (A) verbunden ist, welche den in die Vorrichtung (A) eingespeisten Volumenstrom (20) derart verändert, daß bei der anschließenden Interferenz von erstem (10) und zweitem (20) Volumenstrom die Schallreduzierung bewirkt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung (A) ein Aktuator ist, mit der die Veränderung des Volumenstroms (20) durch Modulation mit einem vorgegebenen Frequenzspektrum durchführbar ist. 55
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Leitungen (1,2) miteinander verbunden sind, so daß einer (20) der beiden Volumenströme (20) dem anderen Volumenstrom (10) entnehmbar ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine (2) der beiden Leitungen einen Anschluß zur Einleitung eines unabhängig von der Schallreduzierung bereits vorhandenen Volumenstroms umfaßt.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer der beiden Leitungen mit der Abgasleitung eines Verbrennungsmotors verbunden ist.
15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß eine (1) der beiden Leitungen mit der Abgasleitung an einem Verbrennungsmotor verbunden ist, und die andere Leitung (2) einen Anschluß zur Einleitung des Gasstrom eines an dem Verbrennungsmotor vorhandenen Turboladers umfaßt.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Leitung einen Anschluß zur Einleitung des Fahrtwinds eines Fahrzeug umfaßt.
17. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Leitungen (1,2) coaxial ineinanderliegend angeordnet sind.
18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Leitungen ohne gemeinsame Achse parallel ineinanderliegend angeordnet sind.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Leitungen nebeneinander angeordnet sind.
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Aktuator (A) radial auf eine (1) der beiden Leitungen aufgesetzt ist.
21. Verwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 20 anstatt zur Schallreduzierung zur Erzeugung eines vorbestimmten Schallspektrums.

Fig. 1

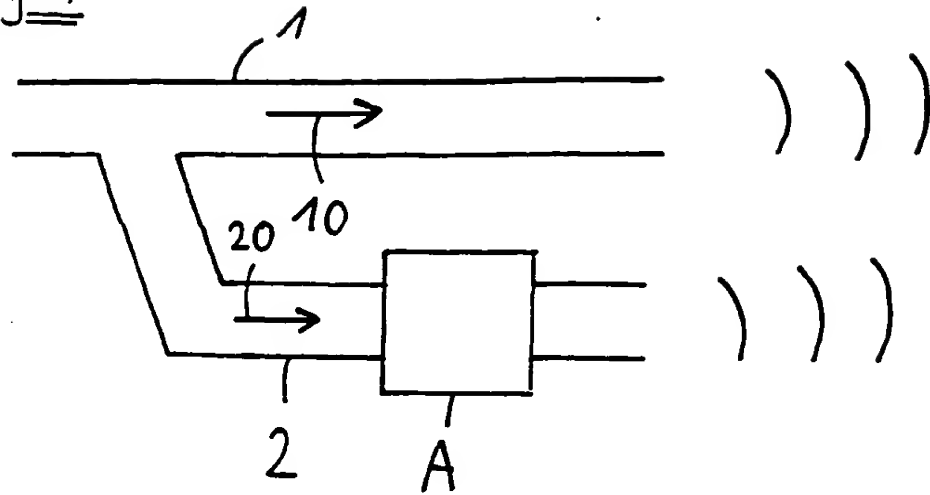


Fig. 2

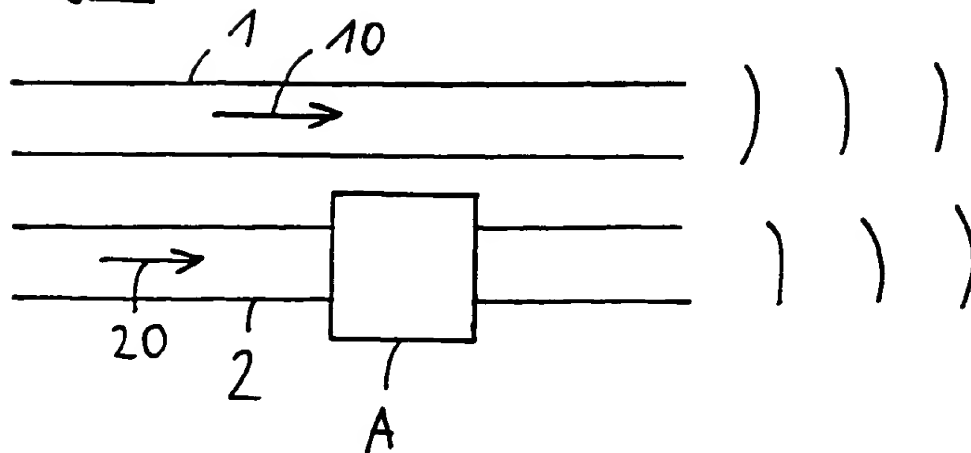


Fig. 3

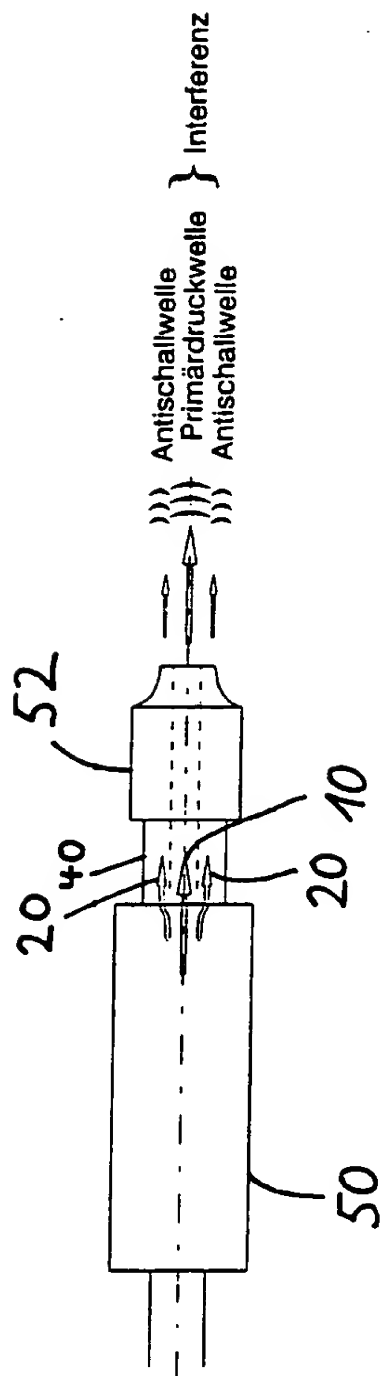
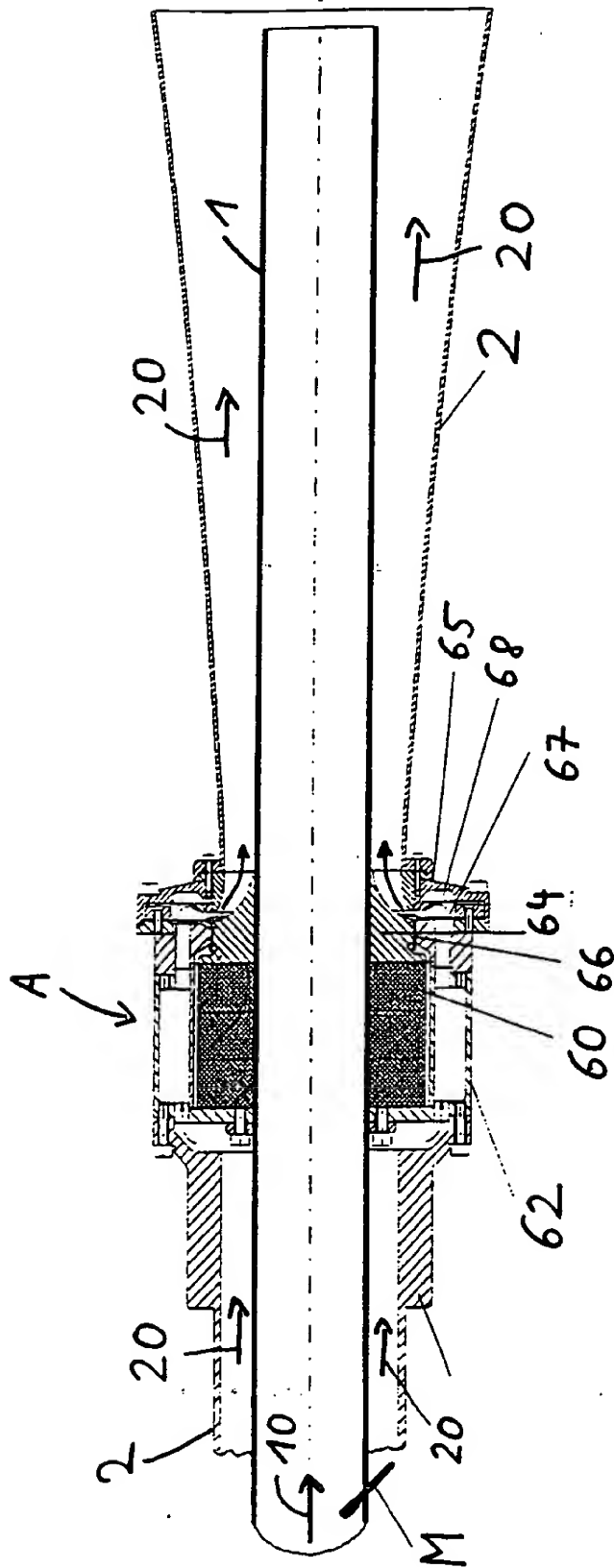
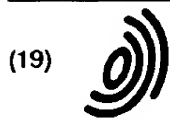


Fig. 4









Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 805 431 A3**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(88) Veröffentlichungstag A3:  
20.10.1999 Patentblatt 1999/42

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **G10K 11/178**, F01N 1/16,  
F01N 1/06

(43) Veröffentlichungstag A2:  
05.11.1997 Patentblatt 1997/45

(21) Anmeldenummer: **97102834.5**

(22) Anmeldetag: **21.02.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE ES FR GB IT**

(30) Priorität: **02.05.1996 DE 19617465**

(71) Anmelder: **DORNIER GmbH**  
**88039 Friedrichshafen (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Borchers, Ingo, Dr.**  
**88690 Uhdingen-Mühlhofen (DE)**  
• **Schauwecker, Ludwig, Dipl.-Ing.**  
**88718 Daisendorf (DE)**

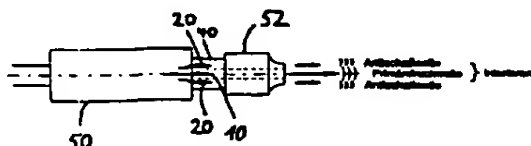
(74) Vertreter: **Meel, Thomas**  
**Dornier GmbH**  
**L H G**  
**88039 Friedrichshafen (DE)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur aktiven Schallreduzierung von Gasströmen**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur aktiven Schallreduzierung, wobei ein erster (10) und ein zweiter Volumenstrom (20) vorhanden sind, von denen einer (20) derart verändert wird, daß bei der nachfolgenden Interferenz der beiden Volumenströme (10,20) die

Schallreduzierung bewirkt wird. Erfindungsgemäß wird die Veränderung des einen Volumenstroms (20) durch Modulation mit einem vorgegebenen Frequenzspektrum durchgeführt.

Fig. 3



**EP 0 805 431 A3**



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 97 10 2834

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	WO 91 09214 A (LOTUS GROUP PLC) 27. Juni 1991 (1991-06-27) * Seite 6, Zeile 9 - Seite 7, Zeile 18 *	1, 4, 11, 14	G10K11/178 F01N1/16 F01N1/06
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 375 (M-1010), 14. August 1990 (1990-08-14) & JP 02 136504 A (AISIN SEIKI CO LTD), 25. Mai 1990 (1990-05-25) * Zusammenfassung *	1, 2, 4, 9, 11, 12, 14, 19	
D, A	DE 43 41 951 A (VOLKSWAGENWERK AG) 23. Juni 1994 (1994-06-23) * Zusammenfassung; Abbildung *	1, 2, 4, 9, 11, 12, 14, 19	
A	US 5 325 438 A (BROWNING DOUGLAS R ET AL) 28. Juni 1994 (1994-06-28) * Zusammenfassung; Abbildung 3 *	1, 4, 9, 11, 14, 19	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			G10K F01N F16L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenon <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>24. August 1999</b>	Prüfer <b>Häusser, T</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichttechnische Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03/92 (P/C03)